

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-323622

(43)Date of publication of application : 14.11.2003

(51)Int.Cl.

G06T 7/00

G06T 1/00

(21)Application number : 2002-272601

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 19.09.2002

(72)Inventor : INOUE AKIRA

(30)Priority

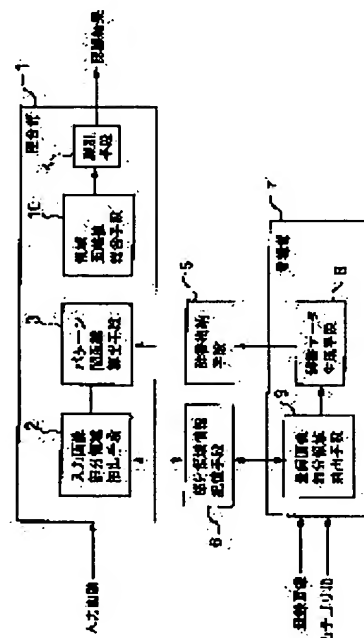
Priority number : 2002050644 Priority date : 27.02.2002 Priority country : JP

## (54) IMAGE RECOGNITION SYSTEM AND METHOD AND ITS PROGRAM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To correctly classify an input image regardless of a fluctuation in illumination and a state of occlusion of the input image.

SOLUTION: An input image sub-region extracting means 2 extracts the sub-region of an input image. An inter-pattern distance calculating means 3 calculates an inter-pattern distance between the sub-region and the sub-region of a registration image pre-filed in a dictionary filing means 5 for each sub-region. A region distance value integrating means 10 integrates the inter-pattern distances obtained for each sub-region. This is conducted for the registration image of each category. An identifying means 4 calculates the minimum value of the integrated inter-pattern distances, and when the minimum value is smaller than a threshold, outputs the category having the minimum distance as a recognition result.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

22.08.2005

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2003-323622  
(P2003-323622A)

(43)公開日 平成15年11月14日(2003. 11. 14)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マコ-ト*(参考)
G 0 6 T 7/00	3 0 0	G 0 6 T 7/00	3 0 0 F 5 B 0 5 7
1/00	3 4 0	1/00	3 4 0 A 5 L 0 9 6

審査請求 未請求 請求項の数63 O L (全 20 頁)

(21)出願番号 特願2002-272601(P2002-272601)  
(22)出願日 平成14年9月19日(2002. 9. 19)  
(31)優先権主張番号 特願2002-50644(P2002-50644)  
(32)優先日 平成14年2月27日(2002. 2. 27)  
(33)優先権主張国 日本 (J P)

(71)出願人 000004237  
日本電気株式会社  
東京都港区芝五丁目7番1号  
(72)発明者 井上 晃  
東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株  
式会社内  
(74)代理人 100088812  
弁理士 ▲柳▼川 信

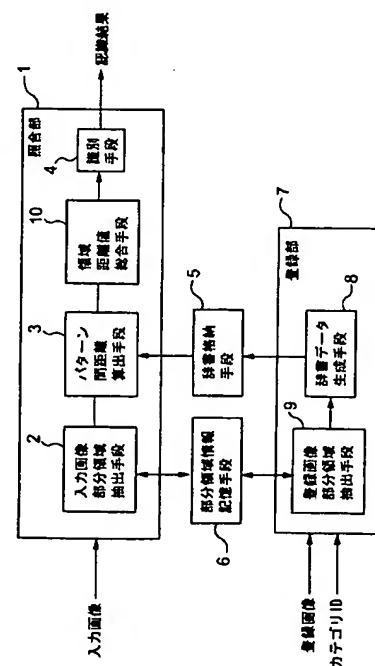
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 画像認識システム及びその認識方法並びにプログラム

(57)【要約】

【課題】 入力画像の照明変動、オクルージョンの状態に関係なく、入力画像を正しく分類すること。

【解決手段】 入力画像部分領域抽出手段2は入力画像の部分領域を抽出する。パターン間距離算出手段3はこの部分領域と、予め辞書格納手段5に格納した登録画像の部分領域とのパターン間距離を各部分領域について算出する。領域距離値統合手段10は各部分領域について得られたパターン間距離を統合する。これを各カテゴリの登録画像について行う。識別手段4はその統合したパターン間距離のうちの最小値を求め、その最小値がしきい値よりも小さい場合にその最小距離を持つカテゴリを認識結果として出力する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 入力画像の部分領域とこれに対応する登録画像の部分領域とのパターン間距離を算出し、各部分領域の前記パターン間距離に基づき前記入力画像を識別する照合手段を含むことを特徴とする画像認識システム。

【請求項 2】 前記照合手段は前記各部分領域のパターン間距離から 1 つの統合距離値を算出し、前記統合距離値を用いて前記入力画像を識別することを特徴とする請求項 1 記載の画像認識システム。

【請求項 3】 前記登録画像は複数の画像からなる登録画像列であり、前記照合手段は前記入力画像の部分領域とこれに対応する前記登録画像列の共通部分領域とのパターン間距離を算出することを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 記載の画像認識システム。

【請求項 4】 前記入力画像及び登録画像は複数の画像からなる入力画像列及び登録画像列であり、前記照合手段は前記入力画像列の共通部分領域とこれに対応する前記登録画像列の共通部分領域とのパターン間距離を算出することを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 記載の画像認識システム。

【請求項 5】 前記パターン間距離が小さいほど照合スコアが高く、前記パターン間距離が一定のしきい値よりも小さいものだけを用いて前記入力画像を識別することを特徴とする請求項 1 から 4 いずれか記載の画像認識システム。

【請求項 6】 入力画像の部分領域とこれに対応する登録画像の部分領域とのパターン間距離値を算出し、各部分領域の前記パターン間距離に基づき前記入力画像を識別する照合処理を含むことを特徴とする画像認識方法。

【請求項 7】 前記照合処理は前記各部分領域のパターン間距離から 1 つの統合距離値を算出し、前記統合距離値を用いて前記入力画像を識別することを特徴とする請求項 6 記載の画像認識方法。

【請求項 8】 前記登録画像は複数の画像からなる登録画像列であり、前記照合手段は前記入力画像の部分領域とこれに対応する前記登録画像列の共通部分領域とのパターン間距離を算出することを特徴とする請求項 6 又は請求項 7 記載の画像認識方法。

【請求項 9】 前記入力画像及び登録画像は複数の画像からなる入力画像列及び登録画像列であり、前記照合手段は前記入力画像列の共通部分領域とこれに対応する前記登録画像列の共通部分領域とのパターン間距離を算出することを特徴とする請求項 6 又は請求項 7 記載の画像認識方法。

【請求項 10】 前記パターン間距離が小さいほど照合スコアが高く、前記パターン間距離が一定のしきい値よりも小さいものだけを用いて前記入力画像を識別することを特徴とする請求項 6 から 9 いずれか記載の画像認識方法。

【請求項 11】 入力画像の部分領域とこれに対応する登録画像の部分領域とのパターン間距離値を算出し、各部分領域の前記パターン間距離に基づき前記入力画像を識別する照合処理をコンピュータに実行させるためのプログラム。

【請求項 12】 前記照合処理は前記各部分領域のパターン間距離から 1 つの統合距離値を算出し、前記統合距離値を用いて前記入力画像を識別することを特徴とする請求項 11 記載のプログラム。

【請求項 13】 前記登録画像は複数の画像からなる登録画像列であり、前記照合手段は前記入力画像の部分領域とこれに対応する前記登録画像列の共通部分領域とのパターン間距離を算出することを特徴とする請求項 11 又は請求項 12 記載のプログラム。

【請求項 14】 前記入力画像及び登録画像は複数の画像からなる入力画像列及び登録画像列であり、前記照合手段は前記入力画像列の共通部分領域とこれに対応する前記登録画像列の共通部分領域とのパターン間距離を算出することを特徴とする請求項 11 又は請求項 12 記載のプログラム。

【請求項 15】 前記パターン間距離が小さいほど照合スコアが高く、前記パターン間距離が一定のしきい値よりも小さいものだけを用いて前記入力画像を識別することを特徴とする請求項 11 から 14 いずれか記載のプログラム。

【請求項 16】 入力画像と登録画像とを照合する照合処理を含み、

前記照合処理において、複数画素からなる P 個（P が 2 以上の整数）の部分領域の配置情報を用いて入力画像から部分領域ごとに領域別入力特徴ベクトルを生成する入力画像部分領域抽出処理と、

領域別入力特徴ベクトルと登録された辞書データとを用いて部分領域ごとに P 個のパターン間距離値を算出するパターン間距離算出処理と、

得られた P 個のパターン間距離値をもとにして 1 個の統合距離値を算出する領域距離値統合処理と、  
前記統合距離値を用いて入力画像の属するカテゴリを決定する識別処理とを含むことを特徴とする画像認識方法。

【請求項 17】 入力画像列と登録画像列とを照合する照合処理を含み、

照合処理において、前記入力画像列を画素単位で平均化して 1 枚の入力画像を生成する入力画像列平滑化処理と、

複数画素からなる P 個（P は 2 以上の整数）の部分領域の配置情報を用いて、前記入力画像から部分領域ごとに領域別入力特徴ベクトルを生成する入力画像部分領域抽出処理と、

領域別入力特徴ベクトルと登録された辞書データとを用いて部分領域ごとに P 個のパターン間距離値を算出する

パターン間距離算出処理と、

得られたP個のパターン間距離値をもとにして1個の統合距離値を算出する領域距離値統合処理と、

前記統合距離値を用いて入力画像の属するカテゴリを決定する識別処理とを含むことを特徴とする画像認識方法。

【請求項18】 請求項16又は17記載の画像認識方法であって、

登録画像を辞書として登録する登録処理を含み、

部分領域の配置情報を用いて登録画像から、部分領域ごとに領域別辞書特徴ベクトルを生成する登録画像部分領域抽出処理と、

領域別辞書特徴ベクトルから辞書データを生成する辞書データ生成処理とを含むことを特徴とする画像認識方法。

【請求項19】 請求項16、17、18のいずれか記載の画像認識方法であって、

前記辞書データが、登録画像から抽出された領域別辞書特長ベクトルを含み、

前記パターン間距離算出処理が、前記領域別辞書特徴ベクトルと、前記領域別入力特徴ベクトルとの、ベクトル間のノルム距離を算出することを特徴とする画像認識方法。

【請求項20】 請求項16、17、18のいずれか記載の画像認識方法であって、

前記辞書データが、登録画像群から抽出された領域別辞書特長ベクトル群によって生成された領域別主成分データを含み、

前記パターン間距離算出処理が、前記領域別主成分データに含まれるK個の固有ベクトルによって形成された部分空間と、前記領域別入力特徴ベクトルとの、部分空間投影距離を算出することを特徴とする画像認識方法。

【請求項21】 入力画像列と登録画像列とを照合する照合処理を含み、

前記照合処理において、複数画素からなるP個（Pは2以上の整数）の部分領域の配置情報を用いて、前記入力画像列から部分領域ごとに領域別入力特徴ベクトルを生成する入力画像部分領域抽出処理と、

前記入力画像列から得られた領域別入力特徴ベクトルから領域別入力主成分データを生成する入力主成分生成処理と、

領域別入力主成分データと登録された領域別辞書主成分データとを用いて部分領域ごとにP個の部分空間間距離値を算出するパターン間距離算出処理と、

得られたP個のパターン間距離値をもとにして1個の統合距離値を算出する領域距離値統合処理と、

前記統合距離値を用いて入力画像の属するカテゴリを決定する識別処理とを含むことを特徴とする画像認識方法。

【請求項22】 請求項21の画像認識方法であって、

登録画像列を辞書として登録する登録処理を含み、

前記部分領域の配置情報を用いて、登録画像列から部分領域ごとに領域別辞書特徴ベクトルを生成する登録画像部分領域抽出処理と、

領域別辞書特徴ベクトル群から、領域別辞書主成分データを含む辞書データを生成する辞書データ生成処理とを含むことを特徴とする画像認識方法。

【請求項23】 請求項16から22のいずれか記載の画像認識方法であって、

前記入力画像部分領域抽出処理が、入力画像中の物体が予め決められた一定方向からの見えに変換されるように入力画像を変換する姿勢補正処理を含むことを特徴とする画像認識方法。

【請求項24】 請求項18又は22記載の画像認識方法であって、

前記登録画像部分領域抽出処理が、登録画像中の物体が予め決められた一定方向からの見えに変換されるように登録画像を変換する姿勢補正処理を含むことを特徴とする画像認識方法。

【請求項25】 請求項18又は22記載の画像認識方法であって、

前記登録画像部分領域抽出処理が、登録画像中の物体が、同一物体であって見え方の異なる複数の画像に変換されるように、登録画像を複数の画像に変換する変動画像生成処理を含むことを特徴とする画像認識方法。

【請求項26】 請求項25記載の画像認識方法であって、

前記変動画像生成処理において、登録画像中の物体が、姿勢変化または照明変化による見え方の異なる画像に変換されるように、登録画像を変換することを特徴とする画像認識方法。

【請求項27】 請求項16から26のいずれか記載の画像認識方法であって、

前記領域距離値統合処理が、P個のパターン間距離値の加重平均値として統合距離値を算出する処理を含むことを特徴とする画像認識方法。

【請求項28】 請求項16から26のいずれか記載の画像認識方法であって、

前記領域距離値統合処理が、P個のパターン間距離値の中で距離の近いP'個（P'はP未満の整数）の平均値として統合距離値を算出する処理を含むことを特徴とする画像認識方法。

【請求項29】 請求項16から28のいずれか記載の画像認識方法であって、

前記領域別入力特徴ベクトルまたは、前記領域別辞書特徴ベクトルが、部分領域の画素値を要素とするベクトルであることを特徴とする画像認識方法。

【請求項30】 請求項16から29のいずれか記載の画像認識方法であって、

識別処理対象が人間の顔であることを特徴とする画像認

10

20

30

40

50

識方法。

【請求項 3 1】 請求項 2 5 記載の画像認識方法であって、識別対象が人間の顔であり、前記変動画像生成処理において、登録画像中の顔が、姿勢変化または照明変化、または顔の表情変化による見え方の異なる画像に変換されるように、登録画像を変換することを特徴とする画像認識方法。

【請求項 3 2】 入力画像と登録画像とを照合する照合部を含み、前記照合部において、複数画素からなる P 個（P は 2 以上の整数）の部分領域の配置情報を記憶する部分領域情報記憶手段と、前記部分領域情報記憶手段の情報をを用いて入力画像から部分領域ごとに領域別入力特徴ベクトルを生成する入力画像部分領域抽出手段と、前記領域別入力特徴ベクトルと登録された辞書データとを用いて部分領域ごとに P 個のパターン間距離値を算出するパターン間距離算出手段と、得られた P 個のパターン間距離値をもとにして 1 個の統合距離値を算出する領域距離値統合手段と、前記統合距離値を用いて入力画像の属するカテゴリを決定する識別手段と、を含むことを特徴とする画像認識システム。

【請求項 3 3】 入力画像列と登録画像列とを照合する照合部を含み、前記照合部において、入力画像列を画素単位で平均化して 1 枚の入力画像を生成する入力画像列平滑化部と、複数画素からなる P 個（P は 2 以上の整数）の部分領域の配置情報を記憶する部分領域情報記憶手段と、部分領域情報記憶手段の情報をを用いて入力画像から部分領域ごとに領域別入力特徴ベクトルを生成する入力画像部分領域抽出手段と、前記領域別入力特徴ベクトルと登録された辞書データとを用いて部分領域ごとに P 個のパターン間距離値を算出するパターン間距離算出手段と、得られた P 個のパターン間距離値をもとにして 1 個の統合距離値を算出する領域距離値統合手段と、前記統合距離値を用いて入力画像の属するカテゴリを決定する識別手段と、を含むことを特徴とする画像認識システム。

【請求項 3 4】 請求項 3 2 又は 3 3 記載の画像認識システムであって、登録画像を辞書として登録する登録部を含み、前記部分領域情報記憶手段の情報をを用いて登録画像から、部分領域ごとに領域別辞書特徴ベクトルを生成する登録画像部分領域抽出手段と、前記領域別辞書特徴ベクトルから辞書データを生成する辞書データ生成手段と、前記辞書データを保持する辞書格納手段と、を含むことを特徴とする画像認識システム。

【請求項 3 5】 請求項 3 2、3 3、3 4 のいずれか記載の画像認識システムであって、

前記辞書データが、登録画像から部分領域情報記憶手段の情報をを用いて抽出された領域別辞書特量ベクトルを含み、前記パターン間距離算出手段が、前記領域別辞書特徴ベクトルと、前記領域別入力特徴ベクトルとの、ベクトル間のノルム距離を算出することを特徴とする画像認識システム。

10 【請求項 3 6】 請求項 3 2、3 3、3 4 のいずれか記載の画像認識システムであって、前記辞書データが、登録画像群から部分領域情報記憶手段の情報をを用いて抽出された領域別辞書特量ベクトル群によって生成された領域別主成分データを含み、前記パターン間距離算出手段が、前記領域別主成分データに含まれる K 個の固有ベクトルによって形成された部分空間と、前記領域別入力特徴ベクトルとの、部分空間投影距離を算出することを特徴とする画像認識システム。

20 【請求項 3 7】 入力画像列と登録画像列とを照合する照合部を含み、前記照合部において、複数画素からなる P 個（P は 2 以上の整数）の部分領域の配置情報を記憶する部分領域情報記憶手段と、前記部分領域情報記憶手段の情報をを用いて入力画像列から部分領域ごとに領域別入力特徴ベクトルを生成する入力画像部分領域抽出手段と、前記入力画像列から得られた領域別入力特徴ベクトルから領域別入力主成分データを生成する入力主成分生成部と、前記領域別入力主成分データと登録された領域別辞書主成分データとを用いて部分領域ごとに P 個の部分空間間距離値を算出するパターン間距離算出手段と、得られた P 個のパターン間距離値をもとにして 1 個の統合距離値を算出する領域距離値統合手段と、前記統合距離値を用いて入力画像の属するカテゴリを決定する識別手段とを含むことを特徴とする画像認識システム。

40 【請求項 3 8】 請求項 3 7 の画像認識システムであって、登録画像列を辞書として登録する登録部を含み、前記部分領域情報記憶手段の情報をを用いて登録画像列から、部分領域ごとに領域別辞書特徴ベクトルを生成する登録画像部分領域抽出手段と、領域別辞書特徴ベクトル群から、領域別辞書主成分データを含む辞書データを生成する生成手段と、前記辞書データを保持する辞書格納手段とを含むことを特徴とする画像認識システム。

50 【請求項 3 9】 請求項 3 2 から 3 8 のいずれか記載の画像認識システムであって、

前記入力画像部分領域抽出手段が、入力画像中の物体が予め決められた一定方向からの見えに変換されるように入力画像を変換する姿勢補正手段を含むことを特徴とする画像認識システム。

【請求項 40】 請求項 34 又は 38 記載の画像認識システムであって、

前記登録画像部分領域抽出手段が、登録画像中の物体が予め決められた一定方向からの見えに変換されるように登録画像を変換する姿勢補正手段を含むことを特徴とする画像認識システム。

【請求項 41】 請求項 34 又は 38 記載の画像認識システムであって、

前記登録画像部分領域抽出手段が、登録画像中の物体が、同一物体であって見え方の異なる複数の画像に変換されるように、登録画像を複数の画像に変換する変動画像生成手段を含むことを特徴とする画像認識システム。

【請求項 42】 請求項 41 記載の画像認識システムであって、

前記変動画像生成手段において、登録画像中の物体が、姿勢変化または照明変化による見え方の異なる画像に変換されるように、登録画像を変換することを特徴とする画像認識システム。

【請求項 43】 請求項 32 から 42 のいずれか記載の画像認識システムであって、

前記領域距離値統合手段が、P 個のパターン間距離値の加重平均値として統合距離値を算出することを特徴とする画像認識システム。

【請求項 44】 請求項 32 から 42 のいずれか記載の画像認識システムであって、

前記領域距離値統合手段が、P 個のパターン間距離値の中で距離の近い P' 個 (P' は P 未満の整数) の平均値として統合距離値を算出することを特徴とする画像認識システム。

【請求項 45】 請求項 32 から 44 のいずれか記載の画像認識システムであって、

前記領域別入力特徴ベクトルまたは、前記領域別辞書特徴ベクトルが、部分領域の画素値を要素とするベクトルであることを特徴とする画像認識システム。

【請求項 46】 請求項 32 から 45 のいずれか記載の画像認識システムであって、

識別対象が人間の顔であることを特徴とする画像認識システム。

【請求項 47】 請求項 41 記載の画像認識システムであって、識別対象が人間の顔であり、

前記変動画像生成手段において、登録画像中の顔が、姿勢変化または照明変化、または顔の表情変化による見え方の異なる画像に変換されるように、登録画像を変換することを特徴とする画像認識システム。

【請求項 48】 入力画像と登録画像とを照合する照合処理を含み、

前記照合処理において、複数画素からなる P 個 (P が 2 以上の整数) の部分領域の配置情報を用いて、

前記入力画像から部分領域ごとに領域別入力特徴ベクトルを生成する入力画像部分領域抽出処理と、

前記領域別入力特徴ベクトルと登録された辞書データとを用いて部分領域ごとに P 個のパターン間距離値を算出するパターン間距離算出処理と、

得られた P 個のパターン間距離値をもとにして 1 個の統合距離値を算出する領域距離値統合処理と、

10 前記統合距離値を用いて入力画像の属するカテゴリを決定する識別処理とをコンピュータに実行させるためのプログラム。

【請求項 49】 入力画像列と登録画像列とを照合する照合処理を含み、

前記照合処理において、

入力画像列を画素単位で平均化して 1 枚の入力画像を生成する入力画像列平滑化処理と、

複数画素からなる P 個 (P は 2 以上の整数) の部分領域の配置情報を用いて、入力画像から部分領域ごとに領域別入力特徴ベクトルを生成する入力画像部分領域抽出処理と、

20 前記領域別入力特徴ベクトルと登録された辞書データとを用いて部分領域ごとに P 個のパターン間距離値を算出するパターン間距離算出処理と、

得られた P 個のパターン間距離値をもとにして 1 個の統合距離値を算出する領域距離値統合処理と、

前記統合距離値を用いて入力画像の属するカテゴリを決定する識別処理とをコンピュータに実行させるためのプログラム。

30 【請求項 50】 請求項 48 又は 49 記載のプログラムであって、

登録画像を辞書として登録する登録処理を含み、部分領域の配置情報を用いて登録画像から、部分領域ごとに領域別辞書特徴ベクトルを生成する登録画像部分領域抽出処理と、

前記領域別辞書特徴ベクトルから辞書データを生成する辞書データ生成処理とを含むことを特徴とするプログラム。

【請求項 51】 請求項 48、49、50 のいずれか記載のプログラムであって、

40 前記辞書データが、登録画像から抽出された領域別辞書特長ベクトルを含み、

前記パターン間距離算出処理が、前記領域別辞書特徴ベクトルと、前記領域別入力特徴ベクトルとの、ベクトル間のノルム距離を算出することを特徴とするプログラム。

【請求項 52】 請求項 48、49、50 のいずれか記載のプログラムであって、

50 前記辞書データが、登録画像群から抽出された領域別辞書特長ベクトル群によって生成された領域別主成分デー

タを含み、

前記パターン間距離算出処理が、前記領域別主成分データに含まれるK個の固有ベクトルによって形成された部分空間と、前記領域別入力特徴ベクトルとの、部分空間投影距離を算出することを特徴とするプログラム。

【請求項53】 入力画像列と登録画像列とを照合する照合処理を含み、

前記照合処理において、複数画素からなるP個（Pは2以上の整数）の部分領域の配置情報を用いて、入力画像列から部分領域ごとに領域別入力特徴ベクトルを生成する入力画像部分領域抽出処理と、

前記入力画像列から得られた領域別入力特徴ベクトルから領域別入力主成分データを生成する入力主成分生成処理と、

前記領域別入力主成分データと登録された領域別辞書主成分データとを用いて部分領域ごとにP個の部分空間間距離値を算出するパターン間距離算出処理と、

得られたP個のパターン間距離値をもとにして1個の統合距離値を算出する領域距離値統合処理と、

前記統合距離値を用いて入力画像の属するカテゴリを決定する識別処理とをコンピュータに実行させるためのプログラム。

【請求項54】 請求項53のプログラムであって、登録画像列を辞書として登録する登録処理を含み、

前記部分領域の配置情報を用いて、登録画像列から部分領域ごとに領域別辞書特徴ベクトルを生成する登録画像部分領域抽出処理と、

領域別辞書特徴ベクトル群から、領域別辞書主成分データを含む辞書データを生成する辞書データ生成処理とを含むことを特徴とするプログラム。

【請求項55】 請求項48から54のいずれか記載のプログラムであって、

前記入力画像部分領域抽出処理が、入力画像中の物体が予め決められた一定方向からの見えに変換されるように登録画像を変換する姿勢補正処理を含むことを特徴とするプログラム。

【請求項56】 請求項50又は54記載のプログラムであって、

前記登録画像部分領域抽出処理が、登録画像中の物体が予め決められた一定方向からの見えに変換されるように登録画像を変換する姿勢補正処理を含むことを特徴とするプログラム。

【請求項57】 請求項50又は54記載のプログラムであって、

前記登録画像部分領域抽出処理が、登録画像中の物体が、同一物体であって見え方の異なる複数の画像に変換されるように、登録画像を複数の画像に変換する変動画像生成処理を含むことを特徴とするプログラム。

【請求項58】 請求項57記載のプログラムであって、

前記変動画像生成処理において、登録画像中の物体が、姿勢変化または照明変化による見え方の異なる画像に変換されるように、登録画像を変換することを特徴とするプログラム。

【請求項59】 請求項48から58のいずれか記載のプログラムであって、

前記領域距離値統合処理が、P個のパターン間距離値の加重平均値として統合距離値を算出する処理を含むことを特徴とするプログラム。

10 【請求項60】 請求項48から58のいずれか記載のプログラムであって、

前記領域距離値統合処理が、P個のパターン間距離値の中で距離の近いP'個（P'はP未満の整数）の平均値として統合距離値を算出する処理を含むことを特徴とするプログラム。

【請求項61】 請求項48から60のいずれか記載のプログラムであって、

前記領域別入力特徴ベクトルまたは、前記領域別辞書特徴ベクトルが、部分領域の画素値を要素とするベクトルであることを特徴とするプログラム。

【請求項62】 請求項48から61のいずれか記載のプログラムであって、

識別処理対象が人間の顔であることを特徴とするプログラム。

【請求項63】 請求項57記載のプログラムであって、識別対象が人間の顔であり、

前記変動画像生成処理において、登録画像中の顔が、姿勢変化または照明変化、または顔の表情変化による見え方の異なる画像に変換されるように、登録画像を変換することを特徴とするプログラム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は画像を用いた物体認識システム及びその認識方法並びに認識用プログラムを記録した記録媒体に関し、特に画像に撮影された対象物体が、辞書に登録された物体かどうかを識別する、あるいは辞書に登録された複数のカテゴリ中の一つに分類する画像認識システム及びその認識方法並びにプログラムに関する。

40 【0002】

【従来の技術】従来の画像による認識システムの一例として、特開平5-20442号公報（顔画像照合装置）がある。これは人間の顔画像を照合するものであり、画像全体をフーリエ解析したフーリエスペクトルパタンの固有ベクトルを用いて照合を行う。

【0003】また、特開平10-199128号公報（パターン認識装置およびその方法）には複数の入力画像から求められる部分空間と、登録された画像によって張られる部分空間との角度（相互部分空間類似度）によって照合を行う手法が述べられている。図29に従来の



画像認識システムの一例の構成図を示す。従来の画像認識システムの一例は画像入力部 210 と、部分空間間の角度計算部 211 と、認識部 212 と、辞書記憶部 213 とから構成されている。

【0004】このような構成を有する従来の画像認識システムはつぎのように動作する。すなわち、画像入力部 210 によって、複数方向で撮影された複数の画像を入力する。次に部分空間間の角度計算部 211 において、部分空間間の角度を計算する。

【0005】まず入力画像群を N 次元部分空間で表現する。具体的には画像全体を 1 次元特徴データとみなして主成分分析し、N 個の固有ベクトルを抽出する。辞書記憶部 213 には、あらかじめ M 次元の部分空間で表現さ

$$x_{ij} = \sum_{m=1}^M (\psi_i \cdot \phi_m) (\phi_m \cdot \psi_j) \quad \dots\dots (1)$$

【0008】

$$x_{ij} = \sum_{n=1}^N (\phi_i \cdot \psi_n) (\psi_n \cdot \phi_j) \quad \dots\dots (2)$$

部分空間間の角度  $\Theta$  の、余弦の二乗は、行列 X の最大固有値として求められる。角度が小さいということは、余弦の 2 乗が大きいことを意味する。すなわち余弦の 2 乗はパターンの類似度と言い換えることができる。従来の画像認識システムでは行列 X の最大固有値を類似度とし、類似度が最大のカテゴリに分類する。

【0009】これら従来の画像認識システムに共通するのは、照合時の類似度計算あるいは距離計算を、画像全体から抽出した特徴を用いて一度だけ行うという点である。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】しかし、対象画像が照明変動によって一部が黒つぶれしている場合や、オクルージョンが発生した場合（対象物体の一部が物陰に隠れている場合）には、画像全体から取得した特徴量が異常になり、正確に照合できないという問題があった。

【0011】そこで本発明の目的は、照明変動やオクルージョンの状態に関係なく、入力画像を正しく分類する画像認識システムを提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】前記課題を解決するため本発明による画像認識システムは、入力画像の部分領域とこれと対応する登録画像の部分領域とのパターン間距離を算出し、各部分領域の前記パターン間距離に基づき前記入力画像を識別する照合手段を含むことを特徴とする。

【0013】又、本発明による画像認識方法は、入力画像の部分領域とこれと対応する登録画像の部分領域とのパターン間距離を算出し、各部分領域の前記パターン間距離に基づき前記入力画像を識別する照合処理を含むことを特徴とする。

れた辞書データが、カテゴリごとに用意されている。部分空間間の角度計算部 211 において、さらに入力画像の N 次元部分空間と辞書の M 次元部分空間との角度を、カテゴリごとに計算する。認識部 212 は、部分空間間の角度計算部 211 において算出された角度を比較し、角度が最も小さいカテゴリを認識結果として出力する。

【0006】辞書部分空間の基底ベクトルを  $\phi_m$  ( $m=1, \dots, M$ ) とし、入力部分空間の基底ベクトルを  $\psi_n$  ( $n=1, \dots, N$ ) とすると、式 (1) または式 (2) の  $x_{ij}$  を要素に持つ行列 X を計算する。

【0007】

【数 1】

【数 2】

【0014】又、本発明によるプログラムは、入力画像の部分領域とこれと対応する登録画像の部分領域とのパターン間距離を算出し、各部分領域の前記パターン間距離に基づき前記入力画像を識別する照合処理を含むことを特徴とする。

【0015】本発明によれば、照明変動やオクルージョンの状態に関係なく、入力画像を正しく分類することが可能となる。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について添付図面を参照しながら説明する。図 1 は本発明に係る画像認識システムの第 1 の実施の形態の構成図である。同図を参照すると、画像認識システムは、入力画像から対象を認識する照合部 1 と、照合に用いる辞書を格納する辞書格納手段 5 と、画像から部分領域を抽出するための位置情報を格納した部分領域情報記憶手段 6 と、登録画像から辞書を生成する登録部 7 とを含んで構成されている。入力画像の一例として人間の顔画像が挙げられる。この場合、顔パターンの画像中の位置、大きさはあらかじめ一定であることが望ましい。

【0017】なお、ここで述べる入力画像とは、実世界を撮影した自然画像だけでなく、空間フィルタを作用させたものやコンピュータグラフィクスで生成されたものを含む 2 次元のパターン全般を含んでいる。

【0018】次に照合部 1 の動作について説明する。照合部 1 は、入力画像部分領域抽出手段 2 と、パターン間距離算出手段 3 と、領域距離値統合手段 10 と、識別手段 4 とから構成されている。入力された画像に対し、入力画像部分領域抽出手段 2 において、P 個 (P は 2 以上の整数) の部分領域を設定し、それぞれの部分領域に属する画素値を元に特徴ベクトルを算出する。これを領域



別入力特徴ベクトルと呼ぶ。領域別入力特徴ベクトルの一例として、画素値を要素とする特徴ベクトルがあげられる。その他の領域別入力特徴ベクトルを生成する例については後述する。

【0019】部分領域の設定に際しては部分領域情報記憶手段6から各部分領域の位置と大きさと形状に関する情報を取得する。

【0020】次に部分領域の抽出について説明する。図2は本発明に係る画像認識システムのパターン間距離算出方式を示す概念図である。同図を参照すると、入力画像300は、P個の矩形の部分領域に均等に分割されている（部分領域分割結果302参照）。部分領域分割結果302は、一例として横5個、縦4個の、均等に配置された大きさの等しい20個の部分領域である。部分領域の形状は矩形ではなく、楕円形や、任意の閉曲線で定義することができる。またそれぞれの大きさは均一である必要はない。また、それぞれの部分領域が一部重なり合うように定義することが可能である。部分領域分割結果302のように、均一の大きさの矩形が、画像全体に均等に配置された部分領域が定義されているときは、画像処理が簡潔になり高速化されるという利点がある。

【0021】部分領域に含まれる画素数は少なくとも2画素以上が必要である。なぜならば、1画素の部分領域

$$d_{L2} = \left[ \sum_{i=1}^n (x(i) - y(i))^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad \dots\dots (3)$$

ノルムのもう一つの例としてL1ノルムがある。L1ノルムによる距離の算出方法を式(4)に示す。L1ノルムによる距離は市街地距離と呼ばれる。

$$d_{L1} = \left[ \sum_{i=1}^n |x(i) - y(i)| \right] \quad \dots\dots (4)$$

次に図2を用いてパターン間距離算出手段40における部分領域ごとの照合について説明する。同図を参照すると、入力画像300は識別対象として入力された画像である。登録画像301はあらかじめ辞書として登録されている画像である。入力画像300はP個の部分領域に分割され、入力画像領域分割結果302が得られる。登録画像301も同じP個の部分領域に分割され、登録画像領域分割結果303が得られる。

【0026】入力画像300の、P個のそれぞれの部分領域に属する画像データが1次元特徴ベクトルとして抽出され、領域別入力特徴ベクトル309として記憶される。P個の中の一つである部分領域Aに注目すると、部分領域A入力画像304が1次元ベクトルとして部分領域A入力特徴ベクトル307に変換される。

【0027】同様に登録画像301の、P個のそれぞれの部分領域に属する画像データが1次元特徴ベクトルとして抽出され、領域別辞書特徴ベクトル310として記憶される。P個の中の一つである部分領域Aに注目する

とは、所詮1画素に過ぎず、従来の方法と原理的に同等となり、性能向上が図れないからである。実験的な結果からは部分領域の画素数は16画素程度以上が望ましい。

【0022】次にパターン間距離算出手段3の動作について説明する。パターン間距離算出手段3においては、部分領域に分割して得られた領域別入力特徴ベクトルを用いて、登録された各カテゴリの部分領域ごとの辞書データとの間のパターン間距離を算出する。辞書データは辞書格納手段5から読み取る。パターン間距離算出手段3は、P個の部分領域ごとにパターン間距離値 $d_p$  ( $p = 1, \dots, P$ )を算出する。

【0023】パターン間距離算出手段3の一例として、図3に示すパターン間距離算出手段40がある。同図を参照すると、パターン間距離算出手段40はノルム算出手段41を含んで構成されている。ノルム距離算出手段41は、部分領域ごとに、入力特徴ベクトル $x(i)$ と辞書特徴ベクトル $y(i)$ との差分のノルムを算出する。ノルムの例としてL2ノルムがある。L2ノルムによる距離はユークリッド距離であり、算出方法を式(3)に示す。ただしベクトルの次元数を $n$ とする。

【0024】

【数3】

【0025】

【数4】

と、部分領域A登録画像305が1次元ベクトルとして部分領域A辞書特徴ベクトル308に変換される。

【0028】パターン間距離計算は、部分領域ごとに行われる。例えば部分領域A入力特徴データ307は、部分領域A辞書特徴ベクトル308と比較され、ノルム距離を算出する。このように、P個すべての部分領域についてノルム距離が独立に算出される。

【0029】パターン間距離算出手段3の他の一例として、図4のパターン間距離算出手段50がある。同図を参照すると、パターン間距離算出手段50は部分空間投影距離算出手段51を含んで構成されている。部分空間投影距離算出手段51は、部分領域ごとに、部分空間投影距離を算出する。

【0030】部分空間投影距離によるパターンマッチングは部分空間法と呼ばれており、例えば文献1（前田、村瀬、“カーネル非線形部分空間法によるパターン認識”、電子情報通信学会論文誌、D-II、Vol. J 82-D-II、No. 4、pp. 600-612、1

999)などに記載されている。部分空間投影距離は、辞書登録された特徴データ群が張る部分空間と、入力特徴ベクトルとの距離値を定義したものである。部分空間投影距離の算出方法の例について述べる。入力特徴ベクトルをXとする。辞書登録された特徴ベクトル群の平均ベクトルをVとする。辞書登録された特徴ベクトル群を主成分分析し、固有値の大きなK個の固有ベクトルを列とする行列を $\Psi_i$  ( $i=1, \dots, K$ )とする。本文では、この平均ベクトルVとK個の固有ベクトルによる行列 $\Psi_i$ を合わせたものを主成分データと呼ぶ。このとき部分空間投影距離dsは式(5)によって算出される。

【0031】

【数5】

$$d_s = \|X - V\|^2 - \sum_{i=1}^K \{\Psi_i^T(X - V)\}^2 \quad \dots\dots (5)$$

次に、パターン間距離算出手段50における部分領域ごとの照合について説明する。図5は本発明に係る画像認識システムのパターン間距離算出方式を示す概念図である。同図を参照すると、入力画像340は識別対象として入力された画像である。登録画像シーケンス341は、あらかじめ辞書として登録された、ある1つのカテゴリに属する画像シーケンスである。登録画像シーケンス341はJ個(Jは2以上の整数)の登録画像からなる。入力画像340はP個の部分領域に分割され、入力画像領域分割結果342が得られる。登録画像シーケンス341も同様にP個の部分領域に分割され、登録画像領域分割結果343が得られる。

【0032】入力画像340の、P個のそれぞれの部分領域に属する画像データが1次元特徴ベクトルとして抽出され、領域別入力特徴ベクトル349として記憶され

$$Dw = \sum_{i=1}^P w_i \cdot d_i$$

各領域に対応する重み値wはあらかじめ決められた値を用いることができるし、領域内の画像データに適当な関数を用いて求めても良い。

【0038】次に、距離値統合手段10の一例として、図7に示すの領域距離値統合手段80がある。領域距離値統合手段は、距離値ソート手段82と、距離値上位平均算出手段81から構成されている。領域距離値統合手段80は、P個の部分領域の距離値が与えられると、距離値ソート手段82においてP個の距離値を小さい順にソートし、距離値上位平均算出手段81において距離値の小さいP'個(P'はP未満の整数)の平均値Dpを計算し、統合距離値として出力する。P'の値については、Pの値に応じて予め決めておく方法がある。またP'を各部分領域の距離値の関数として定義することにより、P'の値を動的に変化させる方法がある。また画像全体の明るさ、コントラストに応じてP'の値を変化させることができる。

【0039】また、距離値統合手段10の一例として、

る。P個の中の一つである部分領域Aに注目すると、部分領域A入力画像344が1次元ベクトルとして部分領域A入力特徴ベクトル347に変換される。

【0033】登録画像シーケンス341のJ個の画像から、それぞれの部分領域ごとに1次元特徴ベクトルが抽出される。抽出されたJ個の特徴ベクトルから主成分データを算出し、領域別辞書主成分データ350として記憶される。P個の領域の一つである部分領域Aに注目すると、部分領域Aに属する特徴データ列である部分領域A登録シーケンス345を用いて、部分領域A辞書主成分データ348を算出する。

【0034】パターン間距離計算は、部分領域ごとに行われる。例えば部分領域A入力特徴データ347は、部分領域A辞書主成分ベクトル348と比較されて、部分空間投影距離が算出される。このように、P個すべての部分領域について部分空間投影距離が独立に算出される。

【0035】次に領域距離値統合手段10において、カテゴリごとにP個の距離値を用いて、ある関数F(d1, d2, d3...dp)を作用させ、一つの統合距離値を算出する。

【0036】距離値統合手段10の一例として、図6の領域距離値統合手段70がある。領域距離値統合手段は加重平均値算出手段71を含んで構成されている。領域距離値統合手段70は、P個の部分領域の距離値が与えられると、加重平均値算出手段71は、P個の距離値の加重平均値Dwを計算して統合距離値として出力する。加重平均値Dwの計算式を式(6)に示す。

【0037】

【数6】

$$\dots\dots (6)$$

P個の部分領域の距離値の中で予め与えられたしきい値よりも小さいP'個(P'はP未満の整数)の平均値を算出するものがある。

【0040】次に、距離値統合手段80で、部分領域の距離値が小さいものだけを用いて統合距離を算出する方法の利点について図8を用いて説明する。図8は本発明に係る画像認識システムのパターン間距離算出方式を示す概念図である。入力画像400と、登録画像401を比較することを考える。登録画像401は照明の影響で左側に影があり、左側の画像パターンが大きく異なっている。部分領域ごとに距離値を計算した結果を濃淡値で図示すると、部分領域距離値マップ404が得られる。黒い領域は距離値が大きく(照合スコアは低い)、白い領域は距離値が小さい(照合スコアは高い)。登録画像左側の影が写った部分領域の照合スコアは低くなっている。直感的に、不明瞭な左側の部分領域を無視して右側の部分領域だけで照合するほうが、より正確な照合結果が得られることがわかる。よって距離値統合手段80の

ように、照合スコアの高い（距離値の低い）部分領域のみを考慮した距離値統合手段が有効である。

【0041】次に、識別手段4は、距離値統合手段10から得られた各カテゴリとの統合距離値を比較し、最終的に入力画像が属するカテゴリを出力する。識別手段4の一例として図9に示す識別手段90がある。同図を参照すると、識別手段90は、最小値算出手段91と、しきい値処理手段92とを含んで構成される。まず最小値算出手段91において、各カテゴリとの統合距離値の最小値を算出する。次にしきい値処理手段92において最

小値をしきい値と比較し、しきい値よりも小さいときは、最小値が得られたカテゴリを識別結果として出力する。しきい値よりも大きいときは、辞書には存在しないという結果を出力する。

【0042】次に登録部7の動作について説明する。登録部7は、登録画像部分領域抽出手段9と、辞書データ生成手段8とを含んで構成されている。登録部7へは登録画像と対応するカテゴリのID (Identification) とが入力される。この画像はカテゴリIDによって指定されたカテゴリに属するものとする。登録

画像に対し、登録画像部分領域抽出手段9は、部分領域情報6を参照して、P個の部分領域を設定し、それぞれの部分領域に属する画素値を元に領域別辞書特徴ベクトルを生成する。領域別辞書特徴ベクトルの一例として、画素値を要素とする特徴ベクトルがあげられる。その他の領域別辞書特徴ベクトルを生成する例については後述する。

【0043】そして辞書データ生成手段8では領域別辞書特徴ベクトルを、適切な保存形式に変換し、辞書格納手段5に出力する。辞書として主成分データが必要な場合は、辞書特徴ベクトル群の主成分分析を行う。保存形式の一例が図10に示されている。

【0044】辞書データ生成手段8の一例として、図27の辞書データ生成手段190がある。辞書データ生成手段190は主成分データ生成手段191を含む。主成分データ生成手段191は、入力された複数の領域別辞書特徴ベクトル群の主成分分析を行い、領域別主成分データを生成する。

【0045】図10に辞書格納手段5の一例である辞書格納手段100の構成図を示す。図10(A)は辞書格納手段100の全体構成図、図10(B)はレコード記憶部101の構成図である。辞書格納手段100はC個のレコード記憶部101を持ち、各レコードには、レコード番号102、領域別辞書データ103、カテゴリID104を記憶することができる。領域別辞書データは、P個の部分領域別の辞書データからなっている。辞書格納手段100は、同じカテゴリIDを持つ複数の辞書レコードを格納することが可能である。領域別辞書データ103の具体的なデータは、パターン間距離算出手段3の距離計算方式に依存し、例えばパターン間距離算

出手段40を用いるときは1次元の特徴ベクトルとなり、パターン間距離算出手段50やパターン間距離算出手段60を用いるときは、平均ベクトルVとK個の固有ベクトルからなる主成分データとなる。

【0046】図11に、ビデオシーケンスなどの複数枚の入力画像から対象を認識する実施例である照合部21の構成を示す。本実施例の入力としては、ビデオ映像などの動画像や、同じ物体を撮影した複数枚の静止画像が含まれている。なお、図1と同様の構成部分には同一番号を付し、その説明を省略する。照合部21は、入力画像列を平均化し、1枚の入力画像を生成する入力画像列平滑化手段22と、入力画像部分領域抽出手段2と、パターン間距離算出手段3と、識別手段4とを含んで構成されている。照合部21は、はじめにN枚(Nは2以上の整数)の入力画像が入力されると、画素ごとにN枚の平均を取り、1枚の入力平均画像を生成する。この入力平均画像を入力画像として照合部1と同等の動作を行う。

【0047】図12に、ビデオシーケンスなどの複数枚の入力画像から対象を認識するもう一つの実施例である照合部31の構成を示す。本実施例の入力としては、ビデオ映像などの動画像や、同じ物体を撮影した複数枚の静止画像が含まれている。なお、図1と同様の構成部分には同一番号を付し、その説明を省略する。照合部31は、入力画像部分領域抽出手段2と、入力主成分生成部32と、パターン間距離算出手段33と、識別手段4とを含んで構成されている。照合部31は、N枚の入力画像が入力されると、各画像に対し、入力画像部分領域抽出手段2において、P個の部分領域を設定し、それぞれの部分領域に属する画像データを抽出する。部分領域の設定に際しては部分領域情報記憶手段6から各部分領域の位置と大きさや形状に関する情報を取得する。次に入力主成分生成部32において、部分領域ごとの入力主成分データである領域別入力主成分データを算出する。パターン間距離算出手段33では、得られたP個の入力主成分データと、辞書データとを用いて、各カテゴリとの距離値を計算する。各カテゴリとの距離値を元に識別手段において、入力画像列が、どのカテゴリに属するかを判断し、認識結果を出力する。

【0048】パターン間距離算出手段33の例として、図13に示すパターン間距離算出手段60がある。パターン間距離算出手段60は、部分空間間距離算出手段61とから構成されている。部分空間間距離算出手段61は、領域別入力主成分データと領域別辞書主成分データを入力として、部分領域ごとに距離値を算出する。

【0049】部分空間間距離算出手段61の実現方法として、部分空間同士の距離を求める方法がある。一例を以下に述べる。辞書主成分データは、辞書平均ベクトルV1とK個の辞書固有ベクトル $\Psi_i$ とからなる。入力主成分データは、入力平均ベクトルV2とL個の入力固有

ベクトル  $\Phi_1$  とからなる。まず入力平均ベクトル  $V_2$  と辞書固有ベクトルで張られる部分空間との距離値  $dM1$  を式 (7) によって算出する。

$$dM1 = \|V_2 - V_1\|^2 - \sum_{i=1}^K \{\Psi_i^T (V_2 - V_1)\}^2 \quad \dots\dots (7)$$

次に辞書平均ベクトル  $V_1$  と、入力固有ベクトルで張られる部分空間との距離値  $dM2$  を式 (8) によって算出する。

$$dM2 = \|V_2 - V_1\|^2 - \sum_{i=1}^{10} \{\Phi_i^T (V_2 - V_1)\}^2 \quad \dots\dots (8)$$

入力と辞書の部分空間同士の距離は、 $dM1$  と  $dM2$  の関数  $G(dM1, dM2)$  によって算出される。

【0052】関数  $G$  の一例として式 (9) などがある。

$$D = \alpha \frac{d_1 \cdot d_2}{d_1 + d_2} \quad \dots\dots (9)$$

ただし  $\alpha$  は定数である。

【0054】次に、図14を用いてパターン間距離算出手段60における部分領域ごとの照合について説明する。図14は本発明に係る画像認識システムのパターン間距離算出方式を示す概念図である。同図を参照すると、入力画像320は識別対象として入力された画像シーケンスである。登録画像シーケンス321は、あらかじめ辞書として登録された、ある1つのカテゴリに属する画像シーケンスである。入力画像シーケンスは  $N$  枚、登録画像シーケンス321は  $J$  枚の登録画像からなる。入力画像シーケンス320の各画像は  $P$  個の部分領域に分割され、入力画像領域分割結果322が得られる。登録画像シーケンス341も同様に  $P$  個の部分領域に分割され、登録画像領域分割結果323が得られる。

【0055】入力画像シーケンス320の、 $N$  枚の画像から、 $P$  個それぞれの部分領域ごとに1次元特徴ベクトルが抽出される。抽出された  $N$  個の特徴ベクトルから主成分データを算出し、領域別入力主成分データ329として記憶される。 $P$  個の領域の一つである部分領域  $A$  に注目すると、部分領域  $A$  に属する特徴データ列である部分領域  $A$  入力シーケンス324を用いて、部分領域  $A$  入力主成分データ326が算出される。

【0056】一方、登録画像シーケンス321の  $J$  枚の画像から、 $P$  個それぞれの部分領域ごとに1次元特徴ベクトルが抽出される。抽出された  $J$  個の特徴ベクトルから主成分データを算出し、領域別辞書主成分データ330として記憶される。 $P$  個の領域の一つである部分領域  $A$  に注目すると、部分領域  $A$  に属する特徴データ列である部分領域  $A$  登録シーケンス325を用いて、部分領域  $A$  辞書主成分データ327が算出される。

【0057】パターン間距離計算は、部分領域ごとに行われる。例えば部分領域  $A$  入力主成分データ326は、部分領域  $A$  辞書主成分データ327と比較され、部分空間間距離が例えば式 (9) によって算出される。 $P$  個す

【0050】  
【数7】

【0051】  
【数8】

【0053】  
【数9】

べての部分領域について部分空間間距離が独立に算出される。

【0058】次に、入力画像部分領域抽出手段2について詳細に説明する。入力画像部分領域抽出手段3の一例として、図18の入力画像部分領域抽出手段110がある。入力画像部分領域抽出手段110は、部分画像取得手段111と、特徴抽出手段112を含んでいる。部分画像取得手段111は、部分領域情報記憶手段6に格納された部分領域情報を参照し、部分画像の画素値を取得する。特徴抽出手段112は、得られた部分画像データを1次元特徴ベクトルに変換する。特徴抽出手段112の例として、部分画像の画素値を要素とするベクトルを生成するものがある。また特徴抽出手段112の例として、部分画像の画素値に対し、画素値の濃度正規化、ヒストグラム平坦化、フィルタリング等の補正処理を加えたものを特徴ベクトルとするものがある。また、フーリエ変換、DCT、ウェーブレット変換を利用した周波数特徴を抽出するものがある。周波数特徴は一般に位置ずれに頑強である。なお周波数特徴への変換は画素値ベクトルに対するフィルタリングの一種である。

【0059】周波数特徴を出力する特徴抽出手段112の一例として、図19に示す特徴抽出手段130がある。特徴抽出手段130は、フーリエスペクトル変換手段131を含む。フーリエスペクトル変換手段131は、部分領域の画素値のベクトルに対し離散フーリエ変換を施す。特徴抽出手段130は、画素値の離散フーリエ変換係数を要素とする特徴ベクトルを出力する。

【0060】入力画像部分領域抽出手段2の他の一例として、図20の入力画像部分領域抽出手段120がある。入力画像部分領域抽出手段120は、姿勢補正手段121と、部分画像取得手段111と、特徴抽出手段112を含む。入力画像部分領域抽出手段120は、姿勢補正手段121によって、特徴を抽出する前に入力画像中の物体の姿勢を適切に補正する。画像中の物体の姿

勢を補正するというのは、具体的には、入力画像中の物体が、予め定められた固定方向からカメラで観察した状態になるように、入力画像データ自身を変換することである。姿勢補正手段121によって、一定の姿勢に変換された画像データに対し、部分画像取得手段111と特徴抽出手段112を用いて、領域別入力特徴ベクトルを生成する。入力画像の姿勢を補正することにより、画像中の物体の姿勢変化による照合精度の劣化を改善することができる。また登録側の画像を、入力と同じパラメータの姿勢に補正することで、照合精度を向上させることができる。

【0061】図21を参照して、姿勢補正方法について説明する。一般に姿勢補正のパラメータは、XYZ軸に沿った移動とXYZ軸回りの回転の合計6個である。図21では顔画像を例として、様々な方向を向いた顔画像を入力画像として示している。入力画像A140は上向き、入力画像B141は右向き、入力画像C142は下向き、入力画像D143は左向きである。それに対して姿勢補正画像144は、前記入力画像を、正面向き画像に変換したものである。

【0062】前記姿勢補正画像144への変換のような姿勢補正方法の一例として、画像データをアフィン変換する方法がある。アフィン変換によって物体の姿勢補正する方法は、たとえば特開2000-90190号公報に示されている。

【0063】また、その他の姿勢補正方法の一例として、図22及び図23に示す3次元モデルを使用する方法がある。図22及び図23には、人間の顔を想定した3次元モデルが示されており、図22が楕円体モデル151、図23が標準3次元顔モデル152である。標準3次元顔モデルは標準的な人間の顔の形状を表す3次元モデルであり、3次元CADソフトや、レンジファインダーによる測定を利用して得ることができる。姿勢補正は、入力画像を3次元モデル上にテクスチャマッピングした後、3次元モデルを移動回転させることによって実現することができる。

【0064】次に、登録画像部分領域抽出手段9について詳細に説明する。登録部分領域抽出手段9の一例として、図24の登録部分領域抽出手段160がある。登録部分領域抽出手段160は、部分画像取得手段111と、特徴抽出手段112とを含んでいる。部分画像取得手段111と特徴抽出手段112の動作についてはすでに述べた。登録部分領域抽出手段160は登録画像から領域別辞書特徴ベクトルを生成する。

【0065】登録画像部分領域抽出手段9の他の一例として、図25の登録画像部分領域抽出手段170がある。登録画像部分領域抽出手段170は、姿勢補正手段121と、部分画像取得手段111と、特徴抽出手段112とを含む。登録画像部分領域抽出手段170は、姿勢補正手段121によって特徴を抽出する前に登録画像

中の物体の姿勢を適切に補正する。

【0066】姿勢補正手段121によって一定の姿勢に変換された画像データに対し、部分画像取得手段111と特徴抽出手段112を用いて、領域別辞書特徴ベクトルを生成する。登録画像の姿勢を補正することにより、画像中の物体の姿勢変化による照合精度の劣化を改善することができる。

【0067】登録画像部分領域抽出手段9の他の一例として、図26の登録画像部分領域抽出手段180がある。登録画像部分領域抽出手段180は、変動画像生成手段181と、部分画像取得手段111と、特徴抽出手段112とを含む。変動画像生成手段181は、入力された登録画像を、それ自身を含む複数の変動画像に変換する。変動画像は、入力された画像に対し、姿勢変動、照明変動など、様々な要因によって起こる対象物の見えの変化をシミュレートして変換した画像である。

【0068】図28に、人間の顔を対象とした変動画像の例を示す。入力画像250に対し、それ自身を含む7種類の変動画像が生成されている。姿勢変動画像A251は、顔を上向きに変換した画像である。姿勢変動画像B252は、顔を右向きに変換した画像である。姿勢変動画像C253は、顔を下向きに変換した画像である。姿勢変動画像D254は、顔を左向きに変換した画像である。これらの姿勢変動画像は、前記姿勢補正手段121に用いられた方法を利用して変換することができる。照明変動画像255は、入力画像250に対して照明による明暗の変化を付加した画像であり、例えば入力画像250の画素値を全体的に明るく、または暗くする方法で実現することができる。表情変動画像256は、顔の表情を変化させて笑顔に変換した画像である。変換方法は、例えば両方の口もとを上にあげて両目を細くするなどの変形を加えることで実現することができる。元画像257は入力画像そのままのデータである。

【0069】また変動画像生成手段181は、同じ変動でもパラメータを複数段階に変化させたものを複数出力することができる。例えば右向きの姿勢変動の場合には、右15度回転と右30度回転と右45度回転の3種類の変換画像を同時に出力することができる。また、姿勢変動と照明変動など、異なる変動要因を組み合わせた変換を施した画像を出力することができる。

【0070】変動画像生成手段181によって生成された複数の変動画像群は、部分画像取得手段111と特徴抽出手段112によって、領域別辞書特徴ベクトル群に変換される。

【0071】登録画像部分領域抽出手段180によって生成された領域別辞書特徴ベクトル群は、辞書データ生成手段8によって複数の辞書レコードに変換されるか、あるいは図27に示す辞書データ生成手段190によって、主成分データが生成される。主成分データが生成された場合は、図5の概念図に示された方法によって入力

画像を照合する。

【0072】辞書登録側で変動画像を生成しておくことにより、入力画像中の物体の姿勢や照明環境が変化しても、登録側にあらかじめ想定された変動画像が登録されているため、正確に照合することができる。

【0073】次に、図15を参照して本実施形態の全体の動作について詳細に説明する。図15は本発明に係る画像認識システムの全体の動作を示すフローチャートである。まず、識別対象の入力画像データを入力する（ステップA1）。次に入力画像をP個の部分領域に分割し、部分領域ごとに特徴ベクトルの抽出を行う（ステップA2）。次に辞書データを参照し、部分領域ごとに登録画像との距離を算出する（ステップA3）。次に、P個の部分領域ごとの距離値を用いて、1つの統合距離値を算出する（ステップA4）。登録カテゴリの中で最小の距離値を算出する（ステップA5）。次に最小距離がしきい値より小さいかどうかを判定する（ステップA6）。最小距離がしきい値よりも小さいときは、最小距離を持つカテゴリを認識結果として出力する（ステップA7）。最小距離がしきい値よりも大きいときは、該当カテゴリなしを出力する（ステップA8）。

【0074】次に図16を参照して本実施形態の辞書データ学習の動作について説明する。図16は辞書データ学習の動作を示すフローチャートである。登録画像データと対応するカテゴリIDを入力する（ステップB1）。次に登録画像をP個の部分領域に分割する（ステップB2）。次に各部分領域に属する画像データを用いて、部分領域ごとに辞書データを生成する（ステップB3）。辞書データを辞書データ格納手段に保存する（ステップB4）。以上の動作を必要なだけ繰り返す。

【0075】次に、本発明の第2の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。図17は本発明の第2の実施の形態の構成図である。本発明の第2の実施の形態は、プログラム制御により動作するコンピュータ200と、画像認識プログラムを記録した記録媒体201と、カメラ204と、操作卓202と、表示装置203とから構成されている。この記録媒体201は磁気ディスク、半導体メモリその他の記録媒体であってよい。

【0076】コンピュータ200は、照合部1と登録部7と辞書格納手段5と部分領域情報記憶手段6とを実現するプログラムをロードして実行する。プログラムは記憶媒体201に保存され、コンピュータ200は記憶媒体201からプログラムを読み出して実行する。プログラムは図15と図16のフローチャートに示す動作を行う。本実施例では入力画像はカメラ204から入力され、認識結果は表示装置203に表示される。認識の指示、学習の指示は操作卓202からオペレータが行う。

【0077】

【発明の効果】本発明による画像認識システムによれば、前記入力画像の部分領域とこれと対応する前記登録

画像の部分領域とのパターン間距離を算出し、各部分領域の前記パターン間距離に基づき前記入力画像を識別する照合手段を含むため、照明変動や、オクルージョンの状態に関係なく、入力画像を正しく分類することが可能となる。又、本発明による画像認識方法及びプログラムも上記画像認識システムと同様の効果を奏する。

【0078】具体的に説明すると、本発明の効果は、画像中の複数の部分領域を独立に照合し、それらの結果を統合することにより、照明変動や、オクルージョンの影響を低減し、入力画像を正しく識別できることである。その理由は、照明変動やオクルージョンによってスコアが異常となる部分領域を、距離値統合時に排除することができるからである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る画像認識システムの第1の実施の形態の構成図である。

【図2】本発明に係る画像認識システムのパターン間距離算出方式を示す概念図である。

【図3】パターン間距離算出手段40の構成図である。

【図4】パターン間距離算出手段50の構成図である。

【図5】本発明に係る画像認識システムのパターン間距離算出方式を示す概念図である。

【図6】領域距離値統合手段70の構成図である。

【図7】領域距離値統合手段80の構成図である。

【図8】本発明に係る画像認識システムのパターン間距離算出方式を示す概念図である。

【図9】識別手段90の構成図である。

【図10】辞書格納手段100の構成図である。

【図11】照合部21の構成図である。

【図12】照合部31の構成図である。

【図13】パターン間距離算出手段60の構成図である。

【図14】本発明に係る画像認識システムのパターン間距離算出方式を示す概念図である。

【図15】本発明に係る画像認識システムの全体の動作を示すフローチャートである。

【図16】辞書データ学習の動作を示すフローチャートである。

【図17】本発明の第2の実施の形態の構成図である。

【図18】入力画像部分領域抽出手段110の構成図である。

【図19】特徴抽出手段130の構成図である。

【図20】入力画像部分領域抽出手段120の構成図である。

【図21】姿勢補正方法を示す概念図である。

【図22】楕円体モデルの一例を示す図である。

【図23】標準3次元顔モデルの一例を示す図である。

【図24】登録画像部分領域抽出手段160の構成図である。

【図25】登録画像部分領域抽出手段170の構成図である。

ある。

【図26】登録画像部分領域抽出手段180の構成図である。

【図27】辞書データ生成手段190の構成図である。

【図28】変動画像生成方法を示す概念図である。

【図29】従来の画像認識システムの一例の構成図である。

【符号の説明】

1 照合部  
2 入力画像部分領域抽出手段  
3 パターン間距離算出手段  
4 識別手段  
5 辞書格納手段  
6 部分領域情報記憶手段  
7 登録部  
8 登録画像部分領域抽出手段  
9 辞書データ生成手段  
10 領域距離値統合手段  
21 照合部  
22 入力画像列平滑化部  
31 照合部  
32 入力主成分生成部  
33 パターン間距離算出手段  
40 パターン間距離算出手段  
41 ノルム算出手段  
50 パターン間距離算出手段  
51 部分空間投影距離算出手段  
60 パターン間距離算出手段  
61 部分空間間距離算出手段  
70 領域距離値統合手段  
71 加重平均値算出手段  
80 領域距離値統合手段  
81 距離値ソート手段  
82 距離値上位平均算出手段  
90 識別手段  
91 最小値算出手段  
92 しきい値処理手段  
100 辞書格納手段  
101 レコード記憶部  
102 レコード番号  
103 領域別辞書データ  
104 カテゴリID  
110 入力画像部分領域抽出手段  
111 部分画像取得手段  
112 特徴抽出手段  
120 入力画像部分領域抽出手段  
121 姿勢補正手段  
130 特徴抽出手段  
131 フーリエスペクトル変換手段  
140 入力画像A

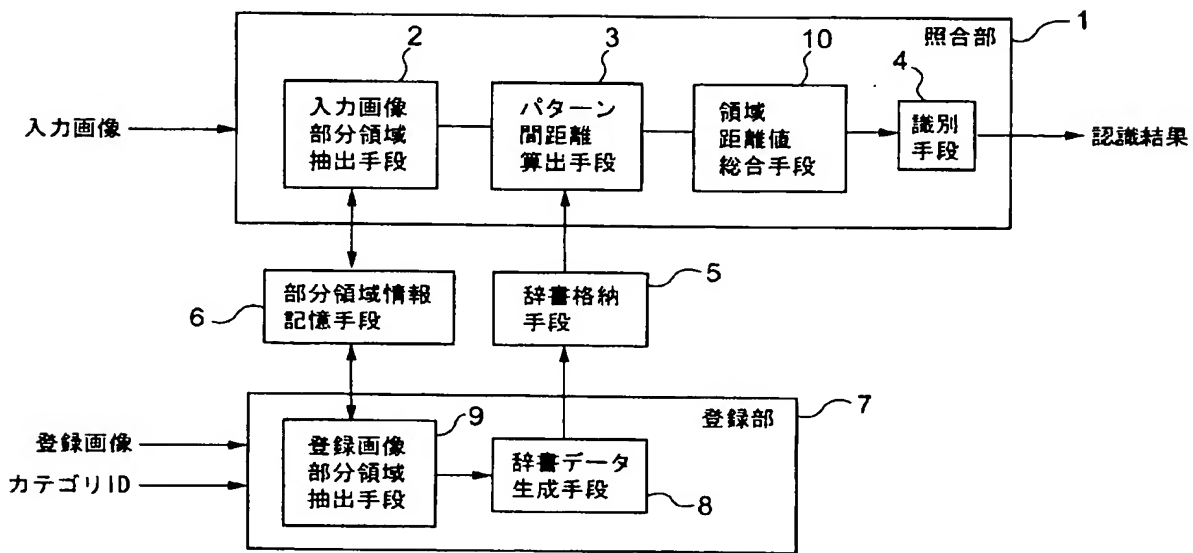
141 入力画像B  
142 入力画像C  
143 入力画像D  
144 姿勢補正画像  
150 楕円体モデル  
151 標準3次元顔モデル  
160 登録画像部分領域抽出手段  
170 登録画像部分領域抽出手段  
180 登録画像部分領域抽出手段  
181 変動画像生成手段  
190 辞書データ生成手段  
191 主成分データ生成手段  
200 コンピュータ  
201 記憶媒体  
202 操作卓  
203 表示装置  
204 カメラ  
210 画像入力部  
211 部分空間間の角度計算部  
212 認識部  
213 辞書記憶部  
250 入力画像  
251 姿勢変動画像A  
252 姿勢変動画像B  
253 姿勢変動画像C  
254 姿勢変動画像D  
255 照明変動画像  
256 表情変動画像  
257 元画像  
300 入力画像  
301 登録画像  
302 入力画像領域分割結果  
303 登録画像領域分割結果  
304 部分領域A入力画像  
305 部分領域A登録画像  
306 照合対  
307 部分領域A入力特徴ベクトル  
308 部分領域A辞書特徴ベクトル  
309 領域別入力特徴ベクトル  
310 領域別辞書特徴ベクトル  
320 入力画像シーケンス  
321 登録画像シーケンス  
322 入力画像領域分割結果  
323 登録画像領域分割結果  
324 部分領域A入力シーケンス  
325 部分領域A登録シーケンス  
326 部分領域A入力主成分データ  
327 部分領域A辞書主成分データ  
328 照合対  
329 領域別入力主成分データ



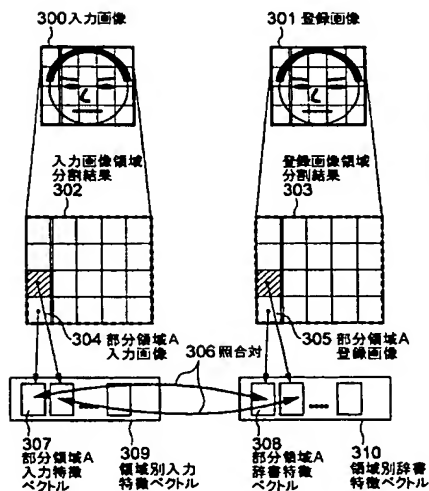
330 領域別辞書主成分データ  
 340 入力画像  
 341 登録画像シーケンス  
 342 入力画像領域分割結果  
 343 登録画像領域分割結果  
 344 部分領域A入力画像  
 345 部分領域A登録シーケンス  
 346 照合対  
 347 部分領域A入力特徴ベクトル

348 部分領域A辞書主成分データ  
 349 領域別入力特徴ベクトル  
 350 領域別辞書主成分データ  
 400 入力画像  
 401 登録画像  
 402 低照合スコア部分領域群  
 403 高照合スコア部分領域群  
 404 部分領域距離値マップ

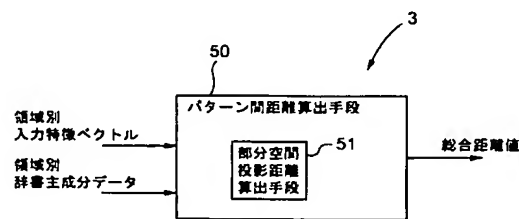
【図1】



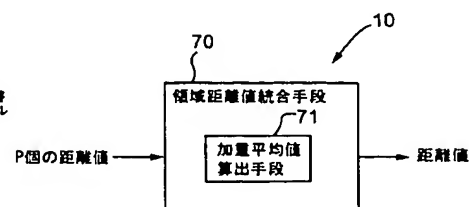
【図2】



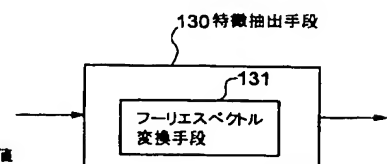
【図4】



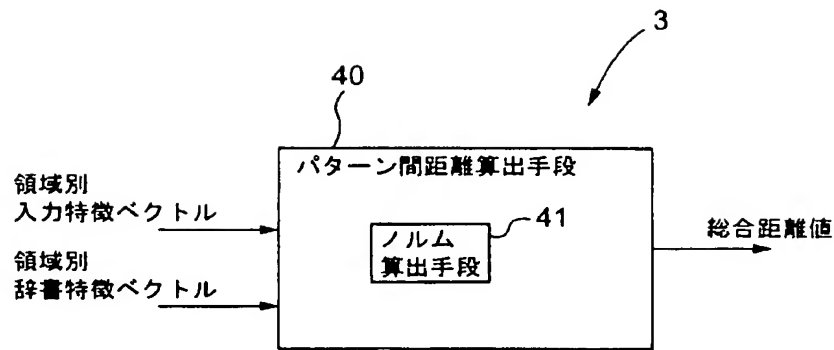
【図6】



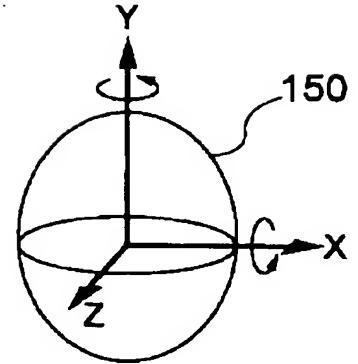
【図19】



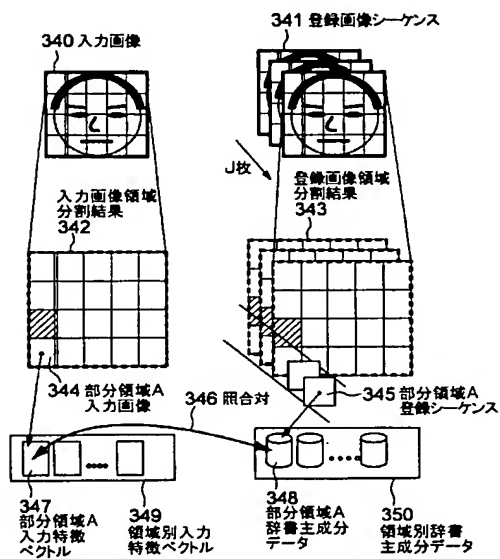
【図3】



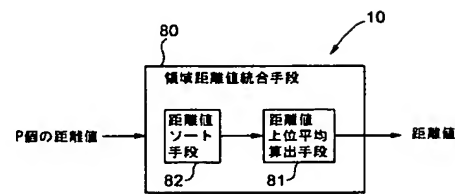
【図22】



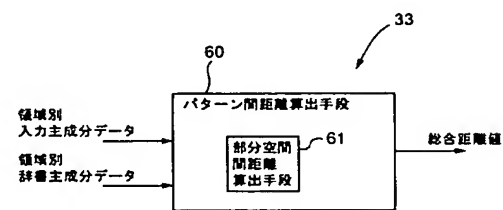
【図5】



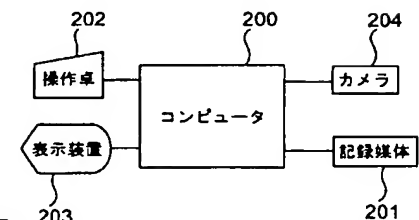
【図7】



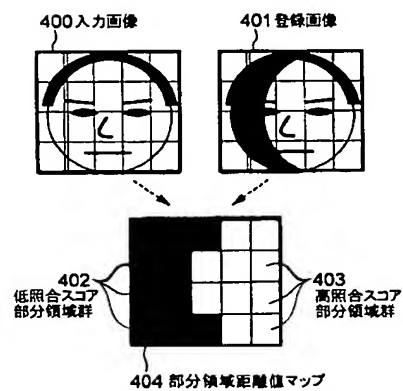
【図13】



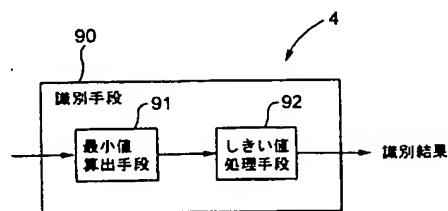
【図17】



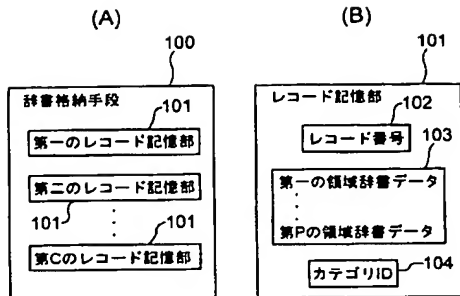
【図8】



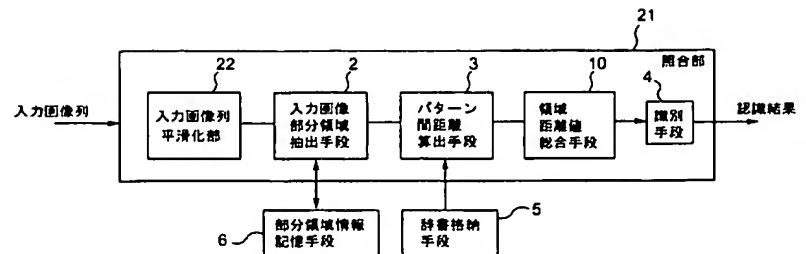
【図9】



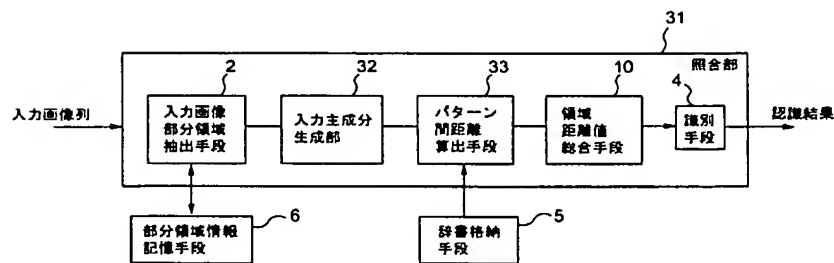
【図10】



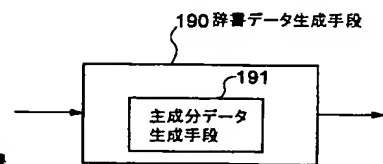
【図11】



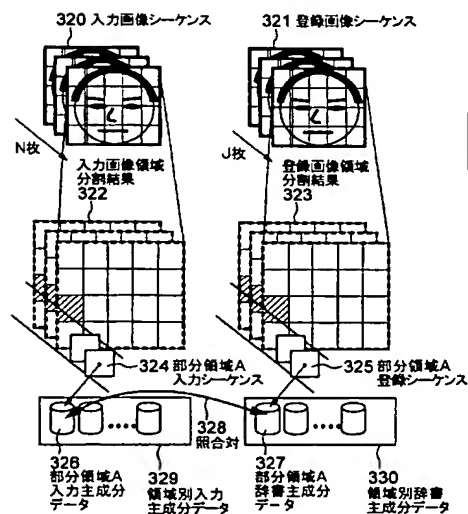
【図12】



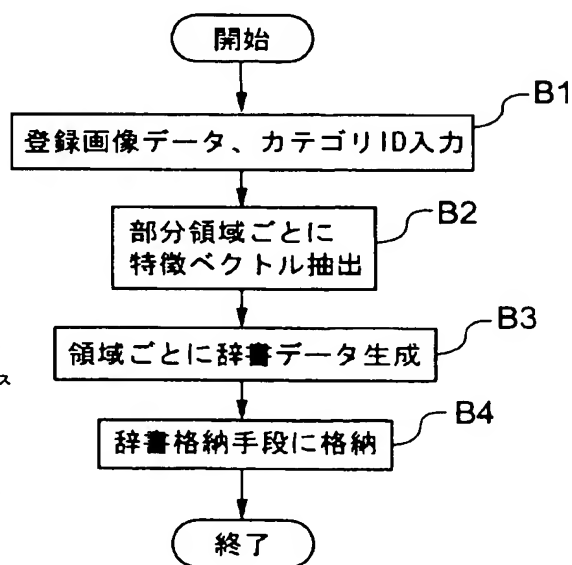
【図27】



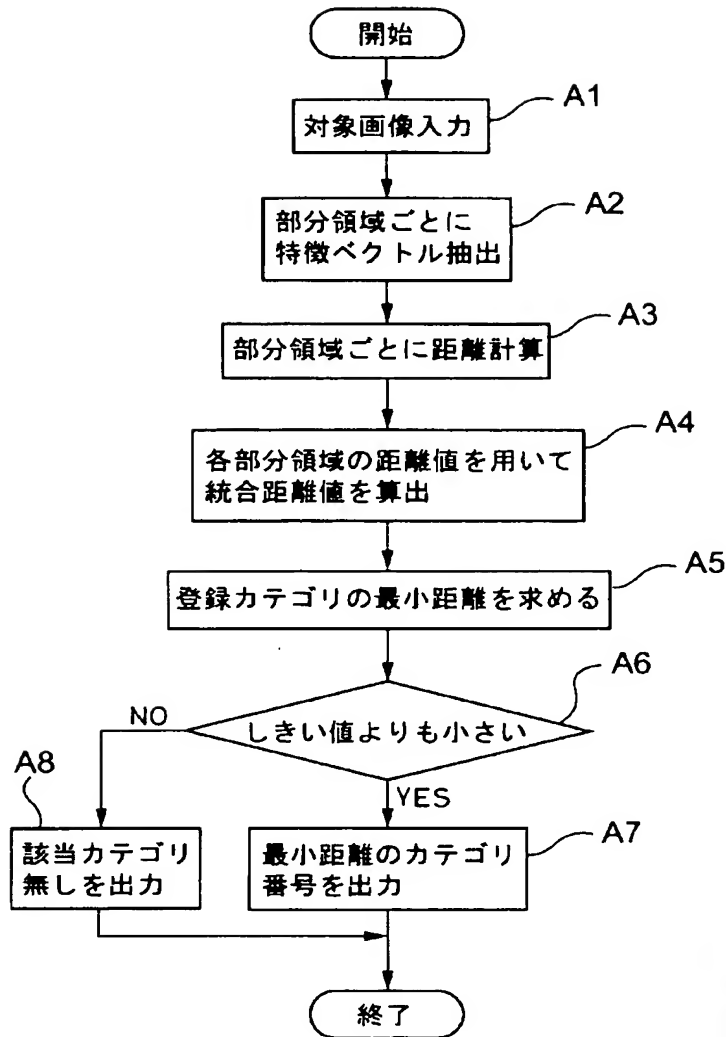
【図14】



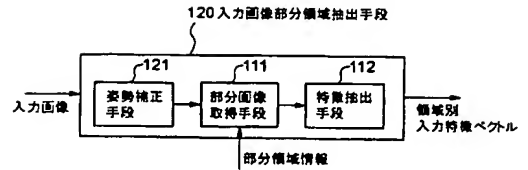
【図16】



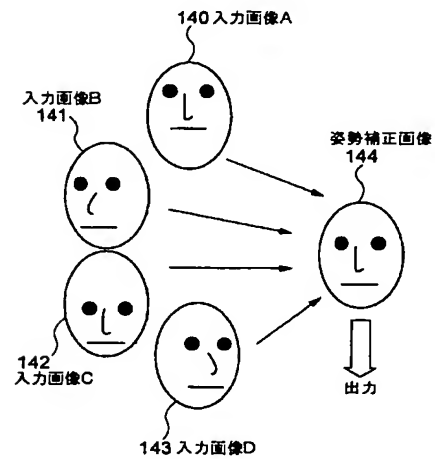
【図15】



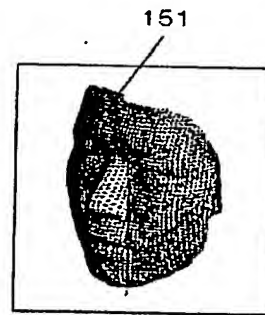
【図20】



【図21】

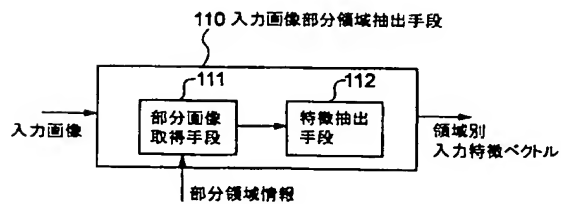


【図23】

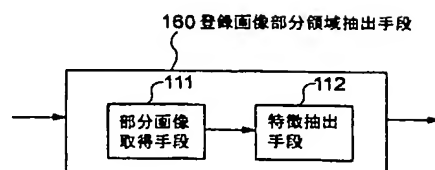


(B)

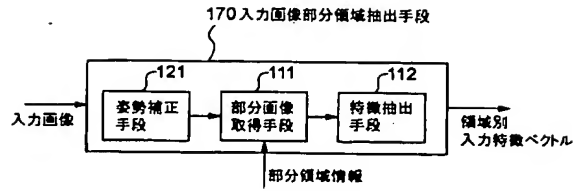
【図18】



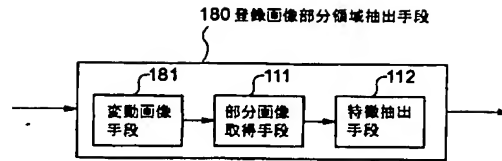
【図24】



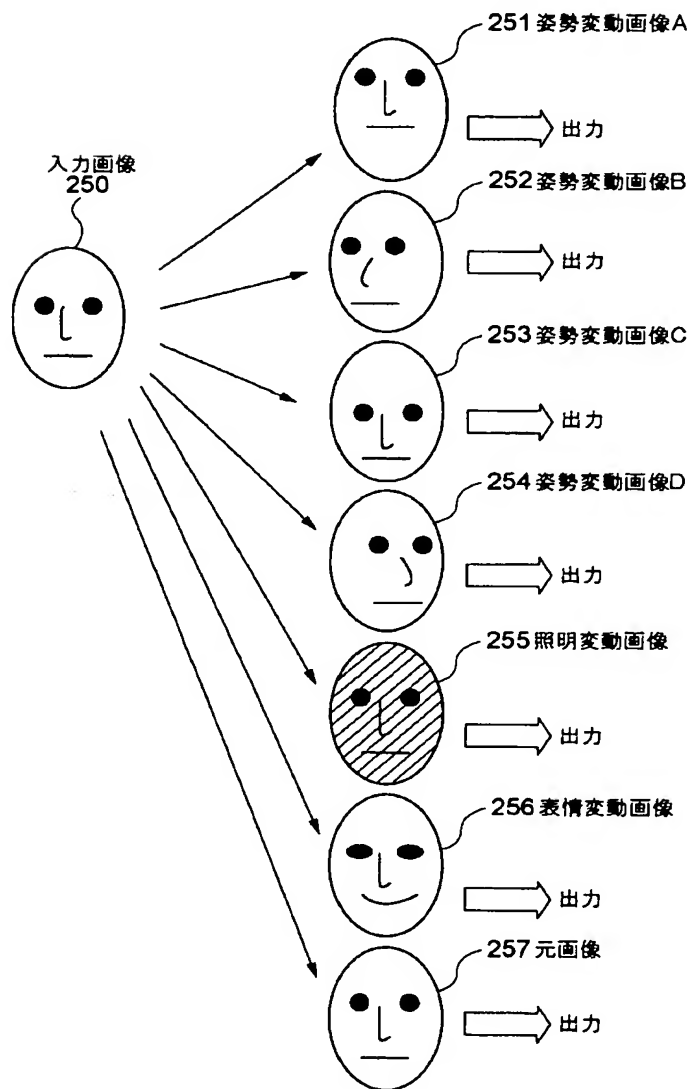
【図 25】



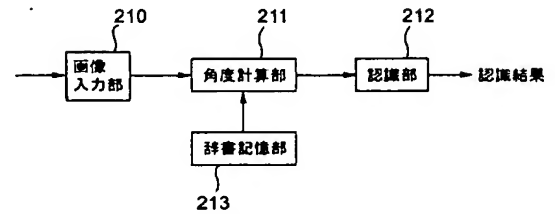
【図 26】



【図 28】



【図 29】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5B057 BA02 CD01 CE05 CE06 DA11  
DB02 DB09 DC08 DC09 DC34  
DC36 DC40  
5L096 AA06 CA02 EA06 EA27 FA23  
FA25 FA32 FA66 FA67 GA19  
GA51 HA09 JA03 JA11 JA22  
KA04 KA13